

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-283825

(43)公開日 平成6年(1994)10月7日

(51)Int.C1.<sup>5</sup>

識別記号

F I

H01S 3/18

H01L 21/205

27/12

S

33/00

C 7376-4M

審査請求 未請求 請求項の数1 FD (全3頁)

(21)出願番号

特願平5-92017

(22)出願日

平成5年(1993)3月26日

(71)出願人 000241463

豊田合成株式会社

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1番地

(72)発明者 小出 典克

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1番地 豊田合成株式会社内

(72)発明者 山崎 史郎

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1番地 豊田合成株式会社内

(74)代理人 弁理士 藤谷 修

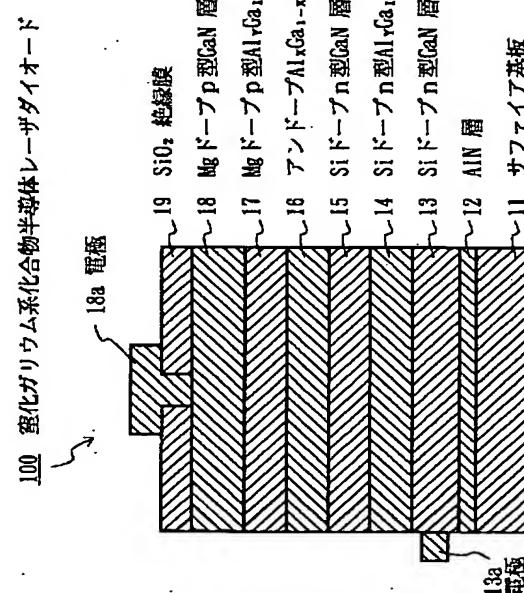
最終頁に続く

(54)【発明の名称】窒化ガリウム系化合物半導体レーザダイオード

## (57)【要約】

【目的】 窒化ガリウム系化合物半導体レーザダイオードにおけるレーザ発振をし易くすると共に閾値電流を下げる。

【構成】 サファイア基板11上には、AlN層12、Siドープn型GaN層(n層)13、Siドープn型AlGaN層(n層)14、Siドープn型GaN層15、アンドープAlGaN層16、Mgドープp型AlGaN層(p層)17及びMgドープp型GaN層(p層)18が順次積層され形成されている。又、上記GaN層13及びGaN層18とにはそれぞれ金属電極13a、18aが形成されている。この構成によれば、AlGaN層17からの不純物Mgの拡散をアンドープAlGaN層16にて吸収して防止できる。これにより、本発明の半導体レーザダイオードは、不安定な高エネルギー状態が作り易くなり誘導放出を利用したレーザ発振がし易くなると共にその閾値電流を下げることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】  $n$ 型導電性を示す窒化ガリウム系化合物半導体 ( $Al_xGa_{1-x}N$  :  $0 \leq Y \leq 1$ ) から成る  $n$ 層と、 $p$ 型導電性を示す窒化ガリウム系化合物半導体 ( $Al_xGa_{1-x}N$  :  $0 \leq Y \leq 1$ ) から成る  $p$ 層と、前記  $n$ 層と前記  $p$ 層との間にアンドープの窒化ガリウム系化合物半導体 ( $Al_xGa_{1-x}N$  :  $0 \leq X \leq Y \leq 1$ ) から成る拡散防止層とを有することを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体レーザダイオード。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、窒化ガリウム系化合物半導体レーザダイオードの成膜中における拡散防止構造に関する。

## 【0002】

【従来技術】 従来、短波長レーザダイオードであるサファイア基板を用いた窒化ガリウム系化合物半導体レーザダイオード10は、図2の模式図に示したような積層された結晶成長膜構造である。サファイア基板11上には、 $AlN$ 層2、 $Si$ ドープ $n$ 型 $GaN$ 層( $n$ 層)3、 $Si$ ドープ $n$ 型 $AlGaN$ 層( $n$ 層)4、 $Si$ ドープ $n$ 型 $GaN$ 層5、 $Mg$ ドープ $p$ 型 $AlGaN$ 層( $p$ 層)6及び $Mg$ ドープ $p$ 型 $GaN$ 層( $p$ 層)7が順次積層され形成されている。この積層された結晶成長膜では、活性層である $Si$ ドープ $n$ 型 $GaN$ 層5と $Mg$ ドープ $p$ 型 $AlGaN$ 層( $p$ 層)6とが隣接して形成されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上述の結晶成長膜において、 $Mg$ ドープ $AlGaN$ 層から活性層である $Si$ ドープ $GaN$ 層中に $Mg$ が拡散するという現象がある。この $Mg$ は、活性層内ではアクセプタ（半導体の電子受容体）として働くため、電流注入を行った場合の発光は、主として、D（ドナー）-A（アクセプタ）間のペア発光が支配的となる。すると、バンド間遷移の発光は僅かとなるため、レーザ発振に至らない又は閾値電流がかなり高くなってしまうという問題があった。

【0004】 本発明は、上記の課題を解決するために成されたものであり、その目的とするところは、窒化ガリウム系化合物半導体レーザダイオードにおけるレーザ発振をし易くすると共に閾値電流を下げる事である。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するための発明の構成は、 $n$ 型導電性を示す窒化ガリウム系化合物半導体 ( $Al_xGa_{1-x}N$  :  $0 \leq Y \leq 1$ ) から成る  $n$ 層と、 $p$ 型導電性を示す窒化ガリウム系化合物半導体 ( $Al_xGa_{1-x}N$  :  $0 \leq Y \leq 1$ ) から成る  $p$ 層と、前記  $n$ 層と前記  $p$ 層との間にアンドープの窒化ガリウム系化合物半導体 ( $Al_xGa_{1-x}N$  :  $0 \leq X \leq Y \leq 1$ ) から成る拡散防止層とを有することを特徴とする。

## 【0006】

【作用及び効果】 上記の手段によれば、 $p$ 層にドープされた物質は  $n$ 層の方向に拡散しようとするが、その  $p$ 層に隣接したアンドープ（不純物のドーピングなし）の窒化ガリウム系化合物半導体から成る拡散防止層に吸収されることとなる。このため、 $p$ 層と  $n$ 層とは完全に分離され、D（ドナー）-A（アクセプタ）ペアの発光確率を少なくすることが可能となる。これにより、本発明の窒化ガリウム系化合物半導体レーザダイオードは、不安定な高エネルギー状態が作り易くなり誘導放出を利用し10たレーザ発振がし易くなると共にその閾値電流を下げる事ができる。

## 【0007】

【実施例】 以下、本発明を具体的な実施例に基づいて説明する。図1は本発明に係るサファイア基板を用いた窒化ガリウム系化合物半導体レーザダイオード100の構造を示した模式図である。サファイア基板11上には、 $AlN$ 層12、 $Si$ ドープ $n$ 型 $GaN$ 層( $n$ 層)13、 $Si$ ドープ $n$ 型 $AlGaN$ 層( $n$ 層)14、 $Si$ ドープ $n$ 型 $GaN$ 層15、アンドープ $Al_xGa_{1-x}N$ 層16、 $Mg$ ドープ $p$ 型 $Al_xGa_{1-x}N$ 層( $p$ 層)17及び $Mg$ ドープ $p$ 型 $GaN$ 層( $p$ 層)18が順次積層され形成されている。尚、上記X、Yの化学量論は、 $0 \leq X \leq Y \leq 1$ である。又、13a、18aは $Si$ ドープ $n$ 型 $GaN$ 層( $n$ 層)13及び $Mg$ ドープ $p$ 型 $GaN$ 層( $p$ 層)18とにそれぞれ形成された金属電極である。

## 【0008】 次に、その製造方法について説明する。

尚、本実施例の半導体レーザダイオード用単結晶の作製には横型有機金属化合物気相成長装置を用いた。(0001)面を結晶成長面とするサファイア基板11を有機洗浄の後、結晶成長装置の結晶成長部に設置する。成長炉を真空排気の後、水素( $H_2$ )を供給し1200°C程度まで昇温する。これによりサファイア基板11の表面に付着していた炭化水素系ガスがある程度取り除かれる。

【0009】 次に、サファイア基板11の温度を600°C程度まで降温し、トリメチルアルミニウム( $Al(CH_3)_3$ )及びアンモニア( $NH_3$ )を供給して、サファイア基板11上に50nm程度の膜厚を持つ $AlN$ 層12を形成する。次に、TMAの供給のみを止め、基板温度を1150°Cまで上げ、トリメチルガリウム( $Ga(CH_3)_3$ )（以下、TMGという）及びシラン( $SiH_4$ )及び $NH_3$ を供給し、厚さ2000nmの $Si$ ドープ $n$ 型 $GaN$ 層( $n$ 層)13を成長する。次に、基板温度を1150°Cに保持して、TMG及び $SiH_4$ 及び $NH_3$ の供給にTMAを加え、厚さ400nmの $Si$ ドープ $n$ 型 $Al_xGa_{1-x}N$ 層( $n$ 層)14を成長する。

【0010】 次に、TMAの供給のみを止め、基板温度を1150°Cに保持したまま、TMG、 $SiH_4$ 及び $NH_3$ を供給し、厚さ400nmの $Si$ ドープ $n$ 型 $GaN$ 層( $n$ 層)15を成長する。次に、基板温度を1150°Cに保持したまま、 $SiH_4$ の供給を止め、TMG及び $NH_3$ の供給にT

MAを加え、厚さ200nm未満のアンドープAl<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N層16を成長する。次に、基板温度を1150℃に保持したまま、TMA、TMG及びNH<sub>3</sub>の供給にビスシクロペンタディエニルマグネシウム(Cp<sub>2</sub>Mg)を加え、厚さ400nmのMgドープp型Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N層(p層)17を成長する。次に、TMAの供給のみを止め、基板温度を1150℃に保持したまま、Cp<sub>2</sub>Mg、TMG及びNH<sub>3</sub>を供給し、厚さ200nmのMgドープp型GaN層(p層)18を成長する。

【0011】次に、Mgドープp型GaN層(p層)18上にEB(Electron Beam)蒸着により厚さ500nmのSiO<sub>2</sub>絶縁膜19を形成した後、バッファードフッ酸を用いて部分的にSiO<sub>2</sub>絶縁膜19を除去し幅10μmのストライプ部分を形成する。このストライプ部分のMgドープp型GaN層(p層)18と上記Siドープn型GaN層(n層)13とにそれぞれ金属電極18a、13aを形成する。

【0012】最後に、真空チャンバに移して、Mgドープp型Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N層(p層)17に電子線照射処理を行う。典型的な電子線照射処理条件は、電子線加速電圧:15KV、エミッション電流:120μA以上、電子線スポット径:φ60μm、試料温度:297Kである。

【0013】上述したように構成された窒化ガリウム系化合物半導体レーザダイオード100は、Mgドープp型Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N層(p層)17からの不純物Mgの拡散をアンドープAl<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N層16にて吸収して防止でき

る。このため、活性層であるSiドープn型GaN層(n層)15とクラッド層であるMgドープp型Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N層(p層)17とが分離できる。従って、本発明の窒化ガリウム系化合物半導体レーザダイオードは、不安定な高エネルギー状態が作り易くなり誘導放出を利用したレーザ発振がし易くなると共にその閾値電流を下げることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の具体的な一実施例に係る窒化ガリウム系化合物半導体レーザダイオードの構造を示した模式図である。

【図2】従来の窒化ガリウム系化合物半導体レーザダイオードの構造を示した模式図である。

【符号の説明】

11…サファイア基板

12…AlN層

13…Siドープn型GaN層(n層)

14…Siドープn型Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N層(n層)

15…Siドープn型GaN層(n層)

16…アンドープAl<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N層(拡散防止層)

17…Mgドープp型Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N層(p層)

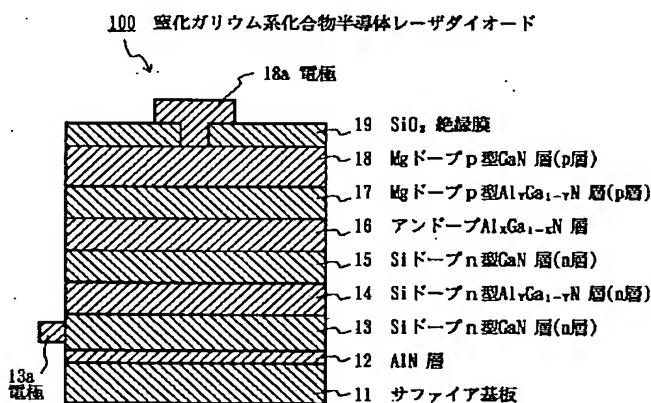
18…Mgドープp型GaN層(p層)

19…SiO<sub>2</sub>絶縁膜

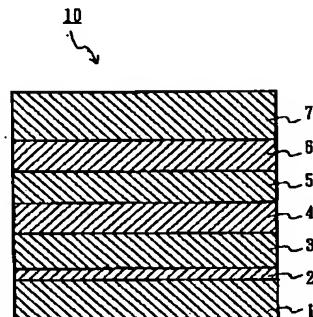
13a, 18a…電極

100…窒化ガリウム系化合物半導体レーザダイオード

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 梅崎 潤一

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1

番地 豊田合成株式会社内

(72)発明者 浅見 慎也

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1

番地 豊田合成株式会社内